

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-239578

(43)公開日 平成10年(1998)9月11日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 7/04  
7/00  
7/08  
7/10

識別記号

F I

G 0 2 B 7/04  
7/00  
7/08  
7/10

E  
B  
C  
Z

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-46654

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(22)出願日 平成9年(1997)2月28日

(72)発明者 古賀 章浩

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝研究開発センター内

(72)発明者 須藤 肇

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝研究開発センター内

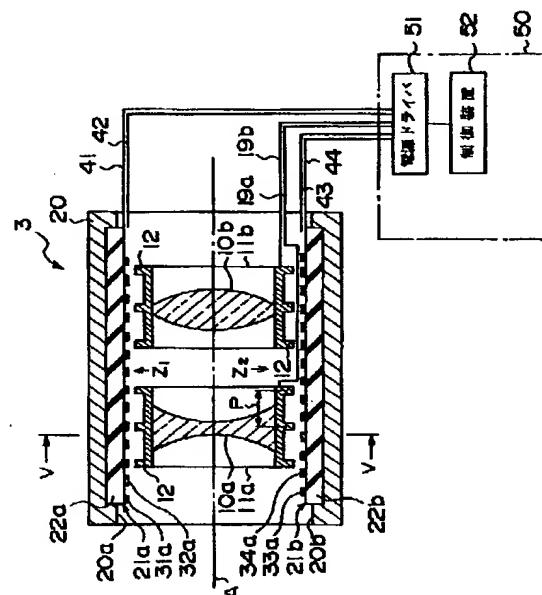
(74)代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 光学装置およびこの光学装置を用いた観察装置

(57)【要約】

【課題】 狹隘部観察用の観察装置への適用に適した、  
高性能かつコンパクトな光学装置を提供する。

【解決手段】 光学装置3は、光学系の少なくとも一部  
をなす光学素子10a, 10bと、各々の互いに対向す  
る面上に光学系の光軸A方向に沿って配列された複数の  
固定子電極31a～34aを有する一対の固定子21  
a, 21bと、固定子間21a, 21bに配置され光学  
素子10a, 10bが取付けられた可動子11a, 11  
bとを有している。可動子11a, 11bは、固定子電  
極の電位切替えに対応して前記光軸A所定方向に移動す  
る。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】光学系と、

各々の互いに対向する面上に所定方向に沿って配列された複数の固定子電極を有する一对の固定子と、前記固定子間に配置され、前記固定子電極の電位切替えに対応して前記所定方向に移動する可動子であって、前記光学系の少なくとも一部をなす光学素子が取付けられた可動子と、を備えたことを特徴とする光学装置。

## 【請求項2】前記可動子は複数設けられ、

前記複数の可動子は、各々の電位を独立して調節できるようになっていることを特徴とする請求項1記載の光学装置。

## 【請求項3】撮像媒体と、

観察対象物からの物体光を前記撮像媒体に導く対物光学系と、

照明光を観察対象物に導く照明光学系と、

各々の互いに対向する面上に所定方向に沿って配列された複数の固定子電極を有する一对の固定子と、

前記固定子間に配置され、前記固定子電極の電位切替えに対応して前記所定方向に移動する可動子であって、前記対物光学系の少なくとも一部をなす光学素子と前記照明光学系の少なくとも一部をなす光学素子とが構造的に連結されて取付けられた可動子と、を備えたことを特徴とする観察装置。

## 【請求項4】撮像媒体と、

観察対象物からの物体光を前記撮像媒体に導く対物光学系と、

照明光を観察対象物に導く照明光学系と、

各々の互いに対向する面上に所定方向に沿って配列された複数の固定子電極を有する一对の固定子と、

前記固定子間に配置され、前記固定子電極の電位切替えに対応して前記所定方向に移動する第1可動子であって、前記対物光学系の少なくとも一部をなす光学素子が取付けられた第1可動子と、

前記固定子間に配置され、前記固定子電極の電位切替えに対応して前記所定方向に移動する第2可動子であって、前記照明光学系の少なくとも一部をなす光学素子が取付けられた第2可動子と、を備え、

前記第1可動子と前記第2可動子の電位を独立して調節することができるようになっていることを特徴とする観察装置。

【請求項5】前記第1可動子の移動情報に基づいて、前記第2可動子の適正位置を算出し、算出された適正位置に基づいて前記固定子電極および可動子の電位を制御する制御装置を更に備えたことを特徴とする請求項4記載の観察装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学装置と、この光学装置を用いた観察装置、とりわけ狭隘部観察に適し

た観察装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から各種プラントの配管内部の点検等の用途に使用される狭隘部観察装置が知られている。その一例として、図12に、従来から知られているプラントの配管の内部を点検するための装置を示す。図12に示すように、従来の狭隘部観察装置は、移動装置102に固着された固定焦点式の観察装置本体101を用いて撮像を行い、ケーブル103を介して外部に設置された制御機能を有するモニタ装置104により観察を行うようになっている。なお観察装置本体101の撮像のために必要な光は、モニタ装置104に付設された光源装置からケーブル103内を通る光ファイバにより観察装置本体101に付設された照明装置に供給されるようになっている。

【0003】ところで、近年、前述したような狭隘部の観察を行うにあたって、観察対象部位を適確に観察することに対する要求はますます高くなっている。このようなニーズに対応するために、狭隘部観察用の観察装置本体の対物光学系には精密なピント調節機能およびズーム機能が求められている。また、対物光学系の高性能化が求められることに伴い、対物光学系の調節に連携させて観察装置本体に付随する照明装置の照射特性を精密に調節できる機能も求められている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、狭隘部観察装置は、その用途から必然的に装置全体を非常にコンパクトに構成しなければならないため、対物光学系および照明光学系を駆動する機構も極めてコンパクトに構成することが要求される。

【0005】しかしながら、従来の電磁力を用いた駆動機構は、磁石やコイル等に必要とされるスペースのためコンパクトに構成する事が困難である。さらに、機構を工夫を加えてコンパクト化を図ったとしても、電磁力の大きさは磁石などの体積の大きさに比例するため、十分な駆動力を得ることが困難となり、上述したような観察用光学系および照明用光学系の調節機能を備えた狭隘部観察装置を得ることは現状困難である。

【0006】本発明は、このようなことを考慮してなされたものであり、コンパクトかつ高性能な駆動機構を有する光学装置を提供するとともに、狭隘部観察に適した観察装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、光学装置において、光学系と、各々の互いに対向する面上に所定方向に沿って配列された複数の固定子電極を有する一对の固定子と、前記固定子間に配置され、前記固定子電極の電位切替えに対応して前記所定方向に移動する可動子であって、前記光学系の少なくとも一部をなす光学素子が取付けられた可動子とを備え

たことを特徴とするものである。

【0008】本発明によれば、固定子電極に所定バタンで電圧を印加することにより静電気力により可動子に設けられた光学素子を移動させることができる。静電気力は力を発生させる電極の表面積にその力の大きさが比例し、小さくすると相対的に力の大きさが出力発生部の体積に比例する電磁力より有利となる。このため、サイズが小さい場合でも、十分な駆動力をもって光学素子を移動させることができるために、高性能な調節機能を有する光学装置を得ることができる。

【0009】また、上記光学装置を利用することにより、狭隘部観察に適した観察装置を提供することができる。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

#### 【0011】第1の実施の形態

まず、第1の実施の形態について説明する。図1乃至図7は本発明の第1の実施の形態を示す図である。

【0012】まず、図1により、本発明による観察装置の一例である狭隘部観察装置の全体構成について説明する。図1に示すように狭隘部観察装置は狭隘部に挿入される観察装置本体1と、観察装置本体1の制御を行う制御装置51等が収納された外部装置50とを備えている。観察装置本体1と外部装置50とはケーブル8により連結されている。

【0013】観察装置本体1は、狭隘部観察装置のうち観察対象物を表す画像を撮像する機能を担うものである。また、外部装置50は、後述するように、観察装置本体1により得られた画像を表示する機能、光学装置を制御する機能、光源機能等を実現する各種装置が収納され、観察装置本体1が挿入される狭隘部の外部に設置して使用するものである。

【0014】次に、観察装置本体1について説明する。図2に示すように、観察装置本体1は、筐体2と、筐体2内に配置された光学装置3と、撮像媒体の一例としてCCD4とを備えている。本実施形態において、光学装置3は観察対象物からの物体光のCCD4に対する結像関係等を調整する対物光学系としての機能を有するものである。

【0015】筐体2の最前部には、光学装置3が配置されている。また光学装置3の後方には、CCD4が配置されている。CCD4により変換された画像信号は、ケーブル8内を通る導線18により外部装置50に導かれ、外部装置50のCRT55に表示されるようになっている。

【0016】次に、光学装置3について図3乃至図4により詳述する。図5に示すように、光学装置3は中空の直方体形状を有する枠体20を有している。図3に示すように、枠体20の互いに対向する上側内面20aおよ

び下側内面20bには、光学装置3の光軸方向に延びる上部固定子21aおよび下部固定子21bが固着されている。

【0017】また、図3および図5に示すように、上部固定子21aとの下部固定子21bとの間には、中空の略直方体形状の可動子11a、11bが配置されている。

【0018】これら可動子11aおよび可動子11bの中空部には、対物光学系を構成する光学素子の一例として凹レンズ10a、凸レンズ10bがそれぞれ装着されている。なお、本実施形態においては、静電気力を発生させる電極構成部(固定子)の配置部位は、枠体の上下面に限定されるものではなく、左右面に配置してもよい。

【0019】次に、上部固定子21および下部固定子21bについて詳述する。上部固定子21aおよび下部固定子21bは、図3に示すように、例えばガラスまたはセラミックス等の絶縁体材料からなる基体22aおよび22bをそれぞれ有している。

【0020】これら基体22aおよび基体22bの互いに対向する面、すなわち可動子11a、11bに相対する面には、第1電極バタン31および第2電極バタン32と、第3電極バタン33および第4電極バタン34とがそれぞれ設けられている。

【0021】基体22および各電極バタン31～34の上には連続的に絶縁層(図示せず)が形成され、上部および下部固定子21a、21bの全表面は絶縁層に覆われている。なお、以下、本明細書においては、固定子および可動子の少なくとも一方には、必ず絶縁層が形成されているか、もしくは、固定子と可動子の間にストップバーを設け、両者の電極どうしが直接に接することが無いようにするものとするとし、絶縁層およびストップバーについての記述は省略する。

【0022】図3および図4に示すように、上部固定子21aに設けられた第1電極バタン31は、上部固定子21aの表面上を光学装置3の光軸Aに直交する方向に延びる複数の固定子電極31aと、これら複数の固定子電極31aを電気的に接続する接続電極31bとからなる。

【0023】図4に示すように、固定子電極31aは、所定のピッチpにおいて光軸A方向に等間隔で配列されている。また、接続電極31bは光学装置3の光軸A方向に延び、各固定子電極31aの一端と接続されている。このように構成された第1電極バタン31は全体として櫛型の形状を有している。

【0024】また、第2電極バタン32～第4電極バタン34も、第1電極バタン31と略同一の態様で配置された複数の固定子電極32a、33a、34aと接続電極32b、33b、34bとからなり、第1電極バタン31と同様に櫛型の形状を有している。第2電極バタン

32～第4電極バタン34の固定子電極間のピッチpは、第1電極バタン31の固定子電極間のピッチpと同一となっている。

【0025】第1電極バタン31および第2電極バタン32は、光学装置3の光軸A方向に1/2ピッチp分ずれた状態で互いに相対し、互いの歯の歯部分を組み合わせるように、すなわち固定子電極31a、32aが光軸A方向に交互に並ぶように配置されている。

【0026】また、下部固定子21bに設けられた第3電極バタン33および第4電極バタン34は、上部固定子21aに設けられた第1電極バタン31および第2電極バタン32と同様の態様で配置されている。

【0027】また、図4に示すように、第3電極バタン33の固定子電極33aは、第1電極バタン31の固定子電極31aに対して軸方向に1/4ピッチp分ずれて配置されている。従って第1電極バタン～第4電極バタンの固定子電極は、光学装置3の光軸A方向に対して31a、33a、32a、34aの順に各々1/4ピッチp分ずれて配置されている。

【0028】また、各接続電極31b～34bの軸方向端部には各々導線41、42、43、44が接続されており、これら導線41～44を介して第1～第4電極バタン31～34の電位をそれぞれ独立して外部から調節することができるようになっている。

【0029】次に、可動子11aおよび可動子11bについて詳述する。可動子11aは、例えば鉄、チタニウム等の中空の直方体形状を有する導電性物質からなる。可動子11aの4つの外面のうち、上部固定子21aおよび下部固定子21bに対向する面には、図3および図5に示すように、光学装置3の光軸A方向と直交する方向に延びる複数の凸部12が形成されている。これら凸部12は、固定子電極のピッチpと同じピッチpをもって光学装置3の光軸A方向に沿って配列されている。また、可動子11bも可動子11aと同一の構成を有している。

【0030】なお、可動子の構成は上記のものに限定されるものではなく可動子の表面に凹凸を作る代わりに、可動子の母材として、絶縁体材料（例えば、セラミックスやガラス等）を用い、その表面に固定子の表面に設けたものと同様に歯状の電極を形成することにより可動子を構成しても構わない（第2の実施の形態参照）。

【0031】また、図3に示すように、可動子11aおよび可動子11bには、導線19aおよび導線19bがそれぞれ接続されており、この導線19a、19bを介して各可動子の電位を独立して調節することができるようになっている。導線41～44および導線19a、19bは、ケーブル8（図1参照）内を経て、外部装置50に設けられた電源ドライバ51に接続されている。

【0032】なお、本実施形態においては、導線を直接可動子に接続したが、これに限定されるものではなく、

例えば、枠体20の左右内面に細い金属ブラシを設け、この金属ブラシにより可動子との電気的な接続を確保することも好ましい。すなわち、導線を物理的に接続するか、もしくは細い導電性のブラシにより可動子の電気的接続を満足することができる。

【0033】なお、前述した上部固定子21aおよび下部固定子21bは基体22a、22bに所定の形状の金属薄膜を接着することにより形成しても良いし、スパッタリングや蒸着等の手段を用いて基体22a、22b上に導電膜を堆積し、エッチングプロセス等を用いてパターニングすることによって形成しても良い。また絶縁層は電気抵抗の高い物質からなる薄いシートを導電膜上に接着することによって形成しても良いし、スパッタリング法又はCVD法を用いて酸化シリコン膜を堆積することによって形成しても良い。また導線19a、19bおよび導線41～44は、導電性の接着剤を用いて接着するか又はワイヤボンディング等の手段を用いて接合すればよい。

【0034】次に、上記構成からなる本実施形態の作用について説明する。なお、図6および図7において、黒色に塗り潰されている部位は正の電位Vを有することを意味し、ハッチングが付されている部位は負の電位-Vを有することを意味し、白抜きの部位は電位が0であることを意味する。

【0035】まず、可動子11aおよび可動子11bを運動して動かす場合について図6により説明する。この場合、まず、導線19a、19bを介して電源ドライバ51により可動子11aおよび可動子11bを負の所定電位-Vに帯電させる。なお両可動子11a、11bを運動して動かす場合には、可動子を接地して可動子の電位を0としてもよい。なお、これ以後、可動子11aおよび可動子11bは同様の態様で動くため、可動子11aの作用についてのみ説明する。可動子11bの作用は図6に示される。なお、以下の説明のように、固定子電極の電位を+Vまたは-Vに切換える場合には、可動子の電位を-Vとすることが必要であり、固定子電極の電位を+Vまたは0に切換える場合は可動子の電位を0とする必要がある。

【0036】次いで、制御装置52により生成される所定の電圧印加バタンに基づいて電源ドライバ51により導線41～44を介して第1乃至第4電極バタン31～34にパルス電圧を印加し、第1電極バタン31、第3電極バタン33、第2電極バタン32および第4電極バタン34に順次パルス電圧を印加し、各電極バタンを順次正の所定電位Vに切り替える。このようにした場合の可動子の作用を以下に説明する。

【0037】まず、上部固定子21aの電極バタン31が正の所定電位Vとなっている場合、可動子11aの各凸部12は、図6（a）に示すように、電極バタン31の固定子電極31aに吸着されている状態にある。

【0038】次に、上部固定子21aの電極バタン31の電位を可動子と同極、すなわち-Vに切り替えるとともに、下部固定子21bの電極バタン33を正の所定電位Vに切り替える。ここで、静電気力は距離の2乗に反比例する力である。このため、電極バタン33の各固定子電極33aには、最も近くにありかつ最も電位差のある物体、すなわち（可動子11aの）凸部12が引き寄せられる。これにより可動子11aは、図6(b)に示すように、図中右側下方に変位する。

【0039】次に、下部固定子21bの電極バタン33の電位を-Vに切り替えるとともに、上部固定子21aの電極バタン32を正の所定電位Vに切り替える。これにより上述した作動原理と同一の原理により、可動子11aは、図6(c)に示すように、右側上方に変位する。

【0040】以上のようにして、第1電極バタン31、第3電極バタン33、第2電極バタン32および第4電極バタン34の順に順次電位を-Vから正の所定電位Vに切換えてゆくことにより、固定子11aは一対の可動子21a、21bの間を上下動しながら光学装置3の光軸A方向（図6右方向）に移動してゆく。

【0041】なお、前述したように、可動子11bも、可動子11aと同様に、一対の可動子21a、21bの間を上下動しながら光学装置3の光軸A方向（図6右方向）に移動してゆく。

【0042】なお、電極バタン31～34へ可動子と逆極性の電圧を印加する順序を逆にすれば固定子11a、11bを逆方向（図6左方向）へ移動させることができる。

【0043】次に、可動子11aおよび可動子11bのいずれか一方のみを単独で動かし、他方を固定したままとする場合の一例として、可動子11aを動かし、可動子11bを固定したままとする方法について、図7により説明する。

【0044】この場合、まず、導線19a、19bを介して電源ドライバ51により可動子11aおよび可動子11bを負の所定電位-Vに帯電させる。そして可動子11aの電位は負の所定電位-Vのまま維持する。

【0045】前述したように、第1電極バタン31、第3電極バタン33、第2電極バタン32および第4電極バタン34の順に順次電位を-Vから正の所定電位Vに切換えてゆくことにより、可動子11aは一対の固定子21a、21bの間を上下動しながら光学装置3の光軸A方向（図7右側）に移動してゆく。

【0046】一方、可動子11bの電位は、各電極バタン31～34の電位変動に対応して切り替えられる。すなわち可動子11bには導線19bを介して正または負の電圧が印加される。このようにした場合の可動子11bの作用を以下詳述する。

【0047】まず、図7(a)に示すように、第1電極

10

20

30

40

50

バタン31を正の所定電位Vとし、かつ可動子11bを負の所定電位-Vとした場合、可動子11b（の凸部12）は、第1電極バタン31の固定子電極31aに吸着された状態にある。

【0048】次に、図7(b)に示すように、第3電極バタン33が正の所定電位Vに切り替えられた場合、この切り替えと連動して可動子11bの電位を正の所定電位Vに切り替える。すると、可動子11bと第1電極バタン31の固定子電極31aとの間には、依然電位差のある状態が維持されるため、可動子11bの凸部12は、引き続き固定子電極31aに吸着された状態を維持する。

【0049】次に、図7(c)に示すように、第2電極バタン32が正の所定電位Vに切り替えられた場合も、可動子11bの各凸部12は、正対する固定子電極31aとの間の電位差に起因して生じる静電気力により、引き続き固定子電極31aに吸着された状態を維持する。

【0050】次に、図7(d)に示すように、第4電極バタン34が正の所定電位Vに切り替えられた場合、可動子11b正対する固定子電極31aとの間の電位差に起因して生じる静電気力により、引き続き固定子電極31aに吸着された状態を維持する。

【0051】以上説明したように、各電極バタンの電位を所定順序で切り替えることと、可動子の電位を適宜切り替えることにより、可動子11a、11bを互いに連動して、または一方のみを移動させることができる。

【0052】なお、可動子の数は2個に限定されるものではない。可動子の数が増えても、上記と同様にして各可動子を単独に、または連動させて移動させることができる。

【0053】すなわち、これにより光学装置3を構成する各レンズ（光学素子）の絶対的位置（固定子に対する位置を意味する）および相対的位置関係を調節することが可能となるため、ピント調節機能およびズーム機能（CCD4により取得される画像の拡大および縮小機能を意味する）を有する光学装置3を得ることが可能である。この場合、レンズを駆動する駆動源は静電気力であるため、サイズが小さい場合でも十分な駆動力をもってレンズを駆動することが可能である。従って、本実施形態によれば、高性能かつコンパクトな光学装置3、ひいては高性能かつコンパクトな観察装置本体1を得ることができる。

【0054】なお、対物光学系を構成する光学素子は可動子に取り付けられたものに限定されるものではなく、動かない光学素子、例えば枠体20に固定された光学素子を対物光学系に含ませてもよい。

【0055】なお、本実施形態においては、観察対象物を照らす照明装置の記載は省略したが、照明装置が必要な場合は、筐体2の適当な部位に設ければよい。この場合、照明光は、例えば、光ファイバをケーブル8内に通

し、外部の光源装置から照明装置に導けばよい（第2および第3の実施の形態参照）。

【0056】第2の実施の形態

次に、第2の実施の形態について説明する。第2の実施の形態は第1の実施に対して、観察装置本体に設けられる光学装置3が、対物光学系と照明光学系とを兼備した光学装置3Aとして実現されている点、および固定子の表面に凸部に代えパターンニングされた電極が設けられている点が異なり、他は第1の実施の形態と略同一である。第2の実施の形態において第1の実施と同一部分について同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0057】図8に示すように、観察装置本体1Aは、筐体2の上部空間2aに設置された光学装置3AおよびCCD4とを備えている。光学装置3Aは仕切板5上に固定されるとともに、その全面が筐体2の前面から露出している。

【0058】図9に示すように、光学装置3Aは、例えばガラスまたはセラミックス等の不導体からなり略目の字型の断面を有する枠体60を有している。この枠体60は、一对の仕切板61により、中央の対物光学系用空間62と、両端の一対の照明光学系用空間63とに区画されている。各仕切板61には光学装置3Aの光軸A方向に延びるスリット61aが形成されている。

【0059】また、枠体60には、対物光学系用空間62の後端部に面してCCD4が取付けられている。CCD4からの画像信号は導線18により外部装置50Aの変換ユニット56に導かれ、変換ユニット56によりCRT55に表示されるようになっている。

【0060】また、枠体60の照明用光学系用空間63の後端部は開口を有する板状体により閉塞されており、前記開口には、ケーブル8内を通る光ファイバ9が連結された発光部材68が取付けられている。光ファイバ9は外部装置50Aに設けられた光源装置44に接続されている。

【0061】また、図9に示すように、枠体60の天板64および底板65の内側面には第1の実施の形態と同様の配置態様で、第1乃至第4電極バタン31～34（底板65に形成された電極バタン33、34は図示せず）が形成されている。すなわち天板64および底板65は、互いに対向して配置された一対の固定子となる。

【0062】なお、各電極バタン31～34は、固定子電極31a～34aの大部分が対物光学系用空間62に対応する位置に、接続用電極31b～34bが照明用光学系用空間63に対応する位置に、それぞれ配置されている。第1乃至第4電極バタン31～34はそれぞれ導線41～44を介して電源ドライバ51に接続されている。

【0063】このように各電極バタン31～34を配置するため、天板64および底板65と仕切板61との間には隙間が形成されており、天板64および底板65と

仕切板61とは、光軸A方向の前端側および後端側のみで連結されている。

【0064】一方、図10(a)に示すように、可動子70は、略矩形断面を有する第1部材71と、第1部材71に連結部材73を介して連結されたリング状断面の一対の第2部材72とを有している。可動子70のうち少なくとも第1部材71はガラスまたはセラミックス等の絶縁体材料からなる。

【0065】このうち第1部材71の内側には、図10(a) (b)に示すように、対物光学系を構成するレンズ10（またはレンズ群）が固定されている。一方、第2部材の内側には、照明光学系を構成するレンズ75（またはレンズ群）が固定されている。

【0066】また、第1部材71の上面71aおよび下面71bには、図10(c) (d)に示すように、電極バタン80がそれぞれ形成されている。これら電極バタン80は第1の実施の形態に記した電極バタン31～34と同一の手法で形成される。

【0067】このうち、上面71aに形成された電極バタン80は、レンズ10の光軸A方向に対して垂直方向に延びる複数の可動子電極81と、レンズ10の光軸A方向に延びる接続電極82とからなる。可動子電極81は枠体60に形成された第1電極バタン31の固定子電極31aのピッチPと同一のピッチPをもって、レンズ10の光軸A方向に配列されている。接続電極82は可動子電極80aの端部に設けられ、各可動子電極81を互いに電気的に接続している。

【0068】下面71bに形成された電極バタン80は、中心線C2（図10(a)参照）に関して、上面71aに形成された電極バタン80と対称に形成されている。上面71aの電極バタン80と下面71bの電極バタン80とは、図示しない導線等により互いに電気的に接続されている。電極バタン80は導線19を介して電源ドライバ51に接続されている。

【0069】上記構成を有する可動子70は、図9に示すように、第1部材71が対物光学系用空間62に、第2部材72が照明用光学系用空間63に、それぞれ収容されている。なお、仕切板61のスリット61a内には、固定子70の連結部材73が挿通されている。

【0070】なお、第1部材71に電極バタン80を設けることに代えて、第1部材71を導電性物質から形成するとともに上面71aおよび下面71bに第1の実施の形態と同様に所定ピッチで凸部を形成してもよい。逆に、第1の実施の形態および後述する第3の実施の形態における可動子を、本実施形態のように絶縁性物質とその上に形成された導電性バタンとから構成してもよい。

【0071】次に、上記構成からなる本実施形態の作用について説明する。

【0072】本実施形態においても、第1の実施の形態と同様に、可動子70を所定電位とし、第1乃至第4電

11

極バタン31～34に所定順序で可動子70と反対の極性の電圧を印加することにより、可動子70を光軸A方向に移動させることができる。

【0073】また、可動子70には、照明光学系用の光学素子（レンズ75）も取付けられているため、対物光学系の光学素子（レンズ10）の移動に連動させて照明光学系用の光学素子を移動させることができる。すなわち、対物光学系のピント調節またはズーム調節を行った場合、照明光学系の照明条件の調節を合わせて行うことができる。このため、光学装置3Aに照明光学系専用の駆動機構を設ける必要がなくなるため、光学装置3Aをコンパクトかつ簡潔に構成することができる。

【0074】なお、本実施形態においては、1つの可動子70を設けた例を示したが、これに限定されるものではなく、対物光学系用空間62内の可動子70の前後に第1の実施の形態で示したような可動子11a、11b等を配置して、これら追加の可動子を可動子70と連動させ、または単独で移動させるように構成してもよい。

【0075】なお、第1の実施の形態と同様に、動かない光学素子を対物光学系および/または照明光学系に含ませてもよい（第3の実施の形態でも同じ）。

#### 【0076】第3の実施の形態

次に、第3の実施の形態について説明する。第3の実施の形態は第2の実施に対して光学装置の対物光学系部分と照明用光学系部分とが互いに独立して移動可能に設けられている点が異なり、他は第2の実施の形態と略同一である。第3の実施の形態において第2の実施と同一部分については同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0077】観察装置本体1Bは、筐体2の上部空間2aに、光学装置として光学装置3Bと、CCD4とを備えている（図8参照）。

【0078】図11に示すように、光学装置3Bの枠体60の対物光学系用空間62には、レンズ10（対物光学系用光学素子）が取り付けられた第1可動子90aが、照明用光学系用空間63にはレンズ75（照明光学系用光学素子）が取り付けられた第2可動子90bがそれぞれ収容されている。なお、第2の実施と異なり、第1可動子90aと第2可動子90bとは互いに構造的に連結されておらず、相互に自由な位置関係を探ることができるようになっている。

【0079】これら第1可動子90aおよび第2可動子90bの構造は、第1の実施の形態で説明した可動子11aおよび可動子11bの構造と略同一である。すなわち、第1可動子90aおよび第2可動子90bは、中空の矩形断面を有する導電性物質からなり、その上下面には固定子電極のピッチpと同じピッチpで凸部12が形成されている。

【0080】第1可動子90aおよび第2可動子90bには、電源ドライバ51に接続された導線19aおよび導線19bがそれぞれ接続されている。なお、本実施形

10

態においては、2つの第2可動子90bは互いに連動して動かすのが通常であるため、配線の省スペースの観点から、2つの第2可動子90bは相互に電気的に接続されていることが好ましい。

【0081】また、本実施形態においては、枠体60の天板64および底板65に形成された固定子電極31a～34aは、対物光学系用空間62のみならず、照明用光学系用空間63の上方を十分にカバーするように延びている。

20

【0082】なお、第1乃至第4電極バタン31～34は、対物光学系用空間62および照明用光学系用空間63に対応する位置にそれぞれ別個に設けてもかまわないが（この場合、歯状の電極バタンが12個形成される）、この観察装置本体1Bは狭隘部観察用のものであり、スペース効率を考慮すると、本実施形態の如く、1つの第1可動子90aおよび2つの第2可動子90bに対して1組の電極バタン31～34を設けること、すなわち第1乃至第4電極バタン31～34を対物光学系用の可動子90aと照明光学系用の可動子90bとで共用することが好ましい。

【0083】次に、上記構成を有する本実施形態の作用について説明する。

30

【0084】第1可動子90a第2可動子90bを動かすには、第1の実施の形態で説明したように、固定子電極および可動子に所定の手順で電源ドライバ51により電圧を印加すればよい。すなわち、第1可動子90aと第2可動子90bとを連動して動かしたい場合には、第1の実施の形態で説明した可動子11aと可動子11bとを連動させて移動させる方法と同様にして、固定子電極および可動子に所定の手順で電圧を印加すればよい。また、第1可動子90aおよび第2可動子90bのいずれか一方を移動させたい場合には、第1の実施の形態で説明した、可動子11aと可動子11bとのいずれか一方のみを移動させる方法と同様に固定子電極および可動子に所定の手順で電圧を印加すればよい。

40

【0085】なお、本実施形態によれば、第1可動子90a第2可動子90bを独立して移動させることが可能であるので、対物光学系のピント調節およびズーム調節に対応して照明光学系の合焦位置をより精密に調整することが可能である。このような調整は、例えば、電源ドライバ51が発した電圧パルス数をカウントすることにより、対物光学系を構成する光学素子の位置（絶対的位置および相対的位置）を算出し、これに基づいて制御装置52の演算部により対物光学系の合焦位置を算出し、これに基づいて照明光学系を構成する光学素子の最適位置を算出すればよい。

50

【0086】【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、コンパクトかつ十分な駆動力を得ることができる駆動機構を備えた光学装置を得ることができる。このため、ビ

13

ント調節機能およびズーム調節機能を有する対物光学系および照明光学系を備えた狭隘部観察に適した観察装置を得ることが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による光学装置を具備した狭隘部観察装置の全体構成を示す図。

【図2】第1の実施の形態による光学装置を具備した観察装置本体の構成を示す断面図であって、図1のII-II断面を示す図。

【図3】第1の実施の形態による光学装置の構成の詳細を示す断面図であって、かつ光学装置と外部装置、とりわけその電源ドライバと光学装置の接続関係を示す図。

【図4】電極パタンの配置を示す固定子の平面図であって、図3のZ1方向およびZ2方向から固定子を見た状態を示す図。

【図5】第1の実施の形態による光学装置の構成の詳細を示す断面図であって、図3のV-V断面を示す図。

【図6】2つの可動子を連動して動かす場合の固定子電極へのパルス電圧の印加パタンと可動子の動きとの関係を示す図。

【図7】2つの可動子を独立して動かす場合の固定子電極および可動子へのパルス電圧の印加パタンと可動子の動きとの関係を示す図。

【図8】本発明の第2の実施の形態による光学装置を具

14

備した狭隘部観察装置の全体構成を示す図である。本図には、光学装置を具備した観察装置本体の構成を示す破断斜視図が含まれる。

【図9】第2の実施の形態による光学装置の構成の詳細を示す斜視図であって、かつ光学装置と外部装置、とりわけその電源ドライバと光学装置の接続関係を示す図。

【図10】第2の実施の形態における固定子の構成を示す図であって、図10(a)は正面図、図10(b)は側面図、図10(c)および図10(d)は固定子の上面および下面をそれぞれ示す平面図。

【図11】第3の実施の形態による光学装置の構成の詳細を示す斜視図であって、かつ光学装置と外部装置、とりわけその電源ドライバと光学装置の接続関係を示す図。

【図12】従来の狭隘部観察装置の構成を示す図。

## 【符号の説明】

10, 10a, 10b (対物光学系用) 光学素子

11a, 11bと、70, 90a, 90b 可動子

22a, 22b, 60 固定子

31a, 32a, 33a, 34a 固定子電極

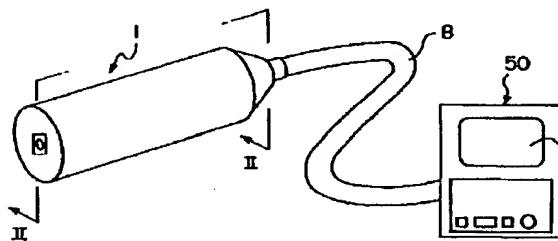
75 (照明光学系用) 光学素子

90a 第1可動子

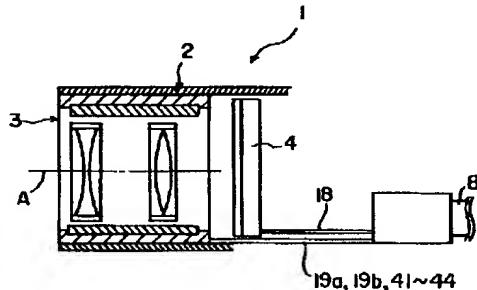
90b 第2可動子

20

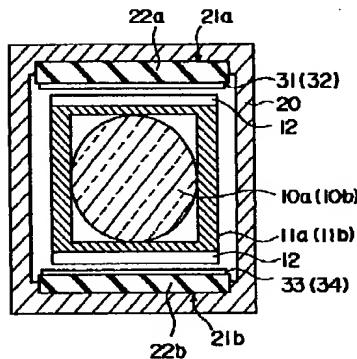
【図1】



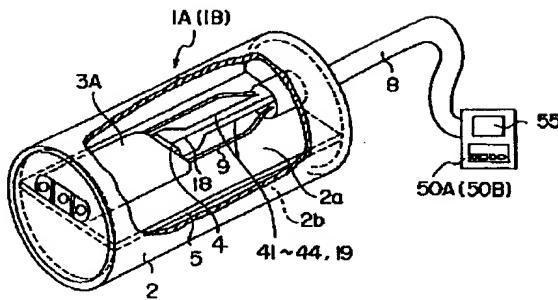
【図2】



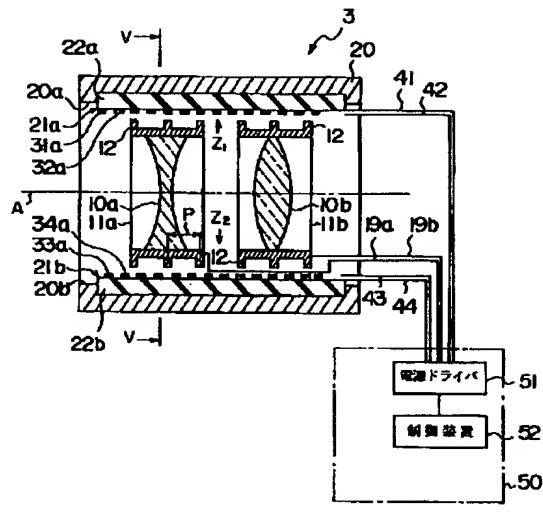
【図5】



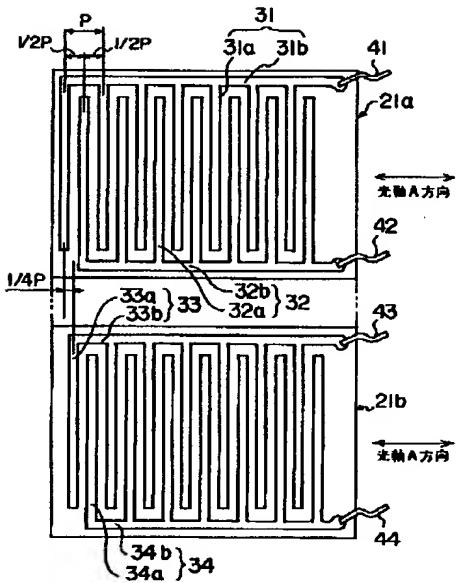
【図8】



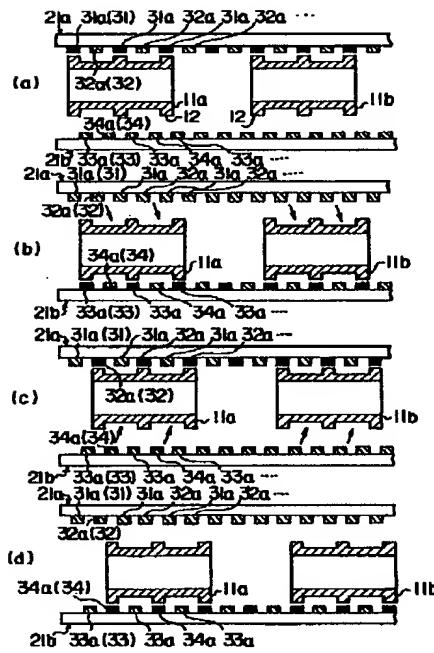
【図3】



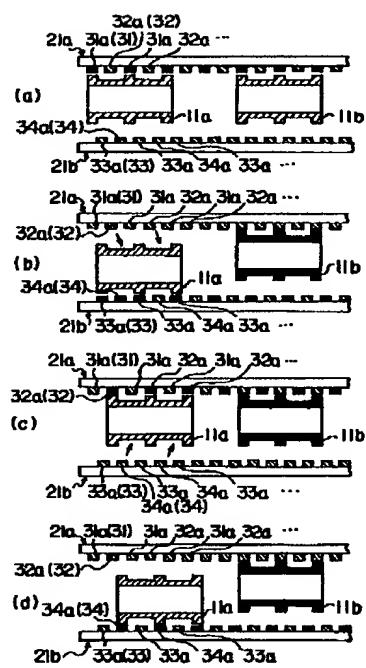
【図4】



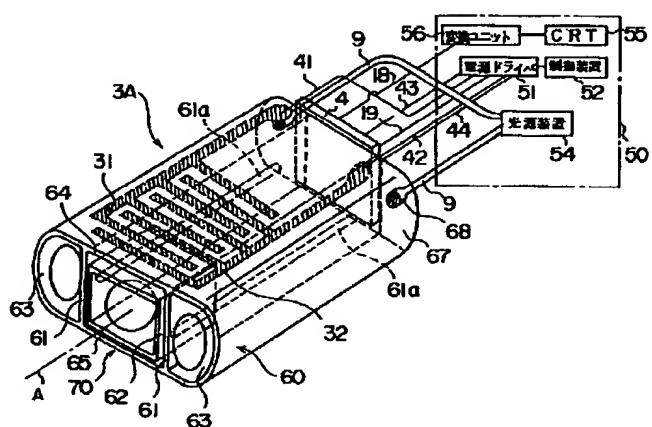
【図6】



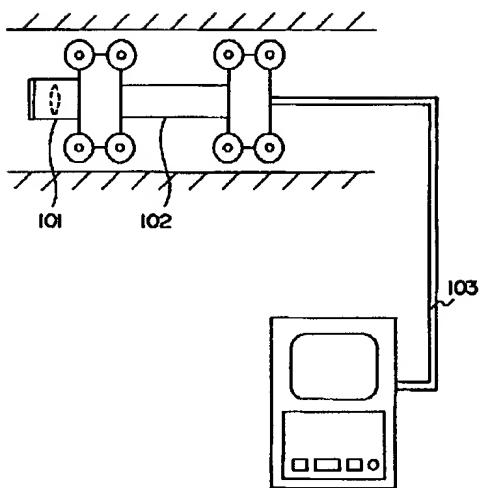
【7】



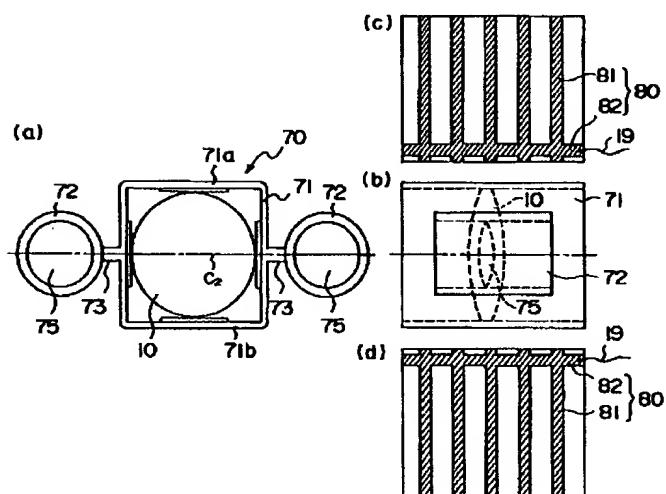
【図9】



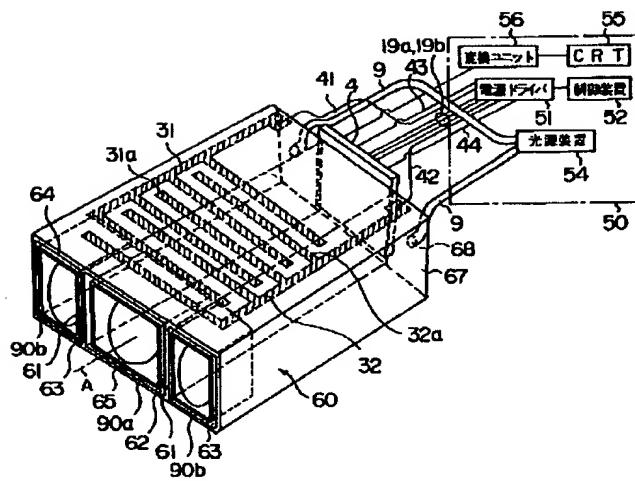
【図12】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 02 B 23/00  
H 02 N 1/00

識別記号

F I

G 02 B 23/00  
H 02 N 1/00

CLIPPEDIMAGE= JP410239578A

PAT-NO: JP410239578A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10239578 A

TITLE: OPTICAL DEVICE, AND OBSERVATION DEVICE USING IT

PUBN-DATE: September 11, 1998

INVENTOR- INFORMATION:

NAME

KOGA, AKIHIRO  
SUDO, HAJIME

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09046654

APPL-DATE: February 28, 1997

INT-CL (IPC): G02B007/04;G02B007/00 ;G02B007/08 ;G02B007/10  
;G02B023/00  
;H02N001/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical device having a drive mechanism, compact and high in performance, by providing movable elements moving in a specified direction in correspondence with potential switching of stator electrodes, and fitting the movable elements with optical elements forming at least a part of an optical system.

SOLUTION: Electric potential is switched from -V to a positive specified potential V successively in the order of a first electrode pattern 31, a third electrode pattern 33, a second electrode pattern 32 and a fourth electrode pattern 34. A movable element 11a therefore moves in the

direction of an optical axis A of an optical device 3 while moving up and down between a pair of stators 21a, 21b. On the other hand, the potential of a movable element 11b is switched corresponding to the potential fluctuation of the respective electrode patterns 31-34. The absolute positions and relative positions of lenses 10a, 10b constituting the device 3 can thereby be adjusted so as to be able to obtain the device 3 with focus adjusting function and zoom function. In this case, since a drive source for driving the lenses 10a, 10b is electrostatic power, the lenses can be driven with sufficient driving force even in case of a small size.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO